

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-153859

(43) 公開日 平成9年(1997)6月10日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 4 B 10/02
10/18

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 4 B 9/00

技術表示箇所

M
U

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-310227

(22) 出願日 平成7年(1995)11月29日

(71) 出願人 000001214

国際電信電話株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目3番2号

(72) 発明者 秋葉 重幸

東京都新宿区西新宿2丁目3番2号国際電信電話株式会社内

(72) 発明者 山本 周

東京都新宿区西新宿2丁目3番2号国際電信電話株式会社内

(72) 発明者 鈴木 正敏

東京都新宿区西新宿2丁目3番2号国際電信電話株式会社内

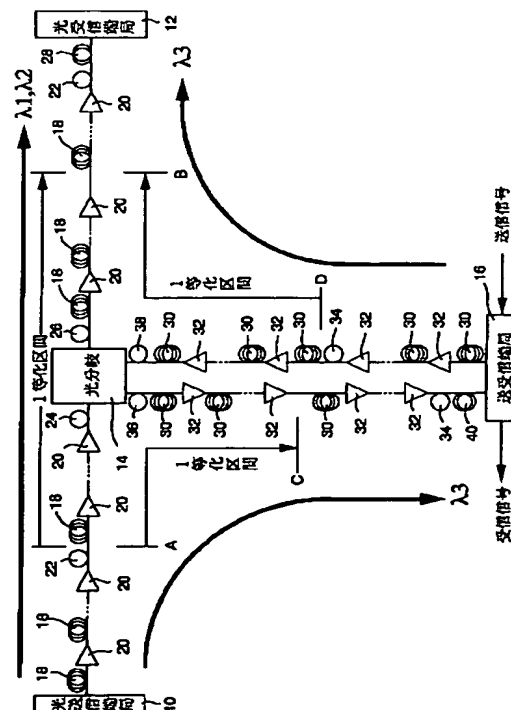
(74) 代理人 弁理士 田中 常雄

(54) 【発明の名称】 光伝送システム

(57) 【要約】

【課題】 光分岐装置を等化区間の中間に置けるようにする。

【解決手段】 光分岐装置14を、光送信端局10と光受信端局12の間のメイン・パス上で1等化区間(A-B間)の中間に配置する。光分岐装置14のメイン・パスの上流側に1等化区間の波長分散の0.5倍(補償率0.5)を補償する等化ファイバ24を挿入し、メイン・パスの下流側に補償率0.5の等化ファイバ26を挿入する。メイン・パスから下り分岐パスに分岐する光信号に対して、メイン・パスのA点から下り分岐パスのC点までを1等化区間とし、光分岐装置14の出力側に、補償率0.5の等化ファイバ36を挿入する。また、上り分岐パスからメイン・パスに伝送する光信号に対して、上り分岐パスのD点からメイン・パスのB点までを1等化区間とし、光分岐装置14の入力側に補償率0.5の等化ファイバ38を挿入する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 メイン・パス上に少なくとも 1 つの光分岐装置を具備する光伝送システムであって、

当該光分岐装置の、当該メイン・パスの上流側の第 1 の伝送区間と下流側の第 2 の伝送区間を合わせた区間を分散補償の 1 等化区間とし、

当該第 1 及び第 2 の伝送区間のそれぞれに、当該 1 等化区間の波長分散の所定割合を補償する第 1 及び第 2 の等化手段を設けたことを特徴とする光伝送システム。

【請求項 2】 上記第 1 の等化手段の補償量と上記第 2 の等化手段の補償量が等しい請求項 1 に記載の光伝送システム。

【請求項 3】 上記第 1 の等化手段が、上記第 1 の伝送区間の波長分散に相当する波長分散を補償し、上記第 2 の等化手段が上記第 2 の伝送区間の波長分散に相当する波長分散を補償する請求項 1 に記載の光伝送システム。

【請求項 4】 更に、上記第 1 の伝送区間と上記光分岐装置の分岐パスの下りパスにおける第 3 の伝送区間とを合わせた区間、及び当該光分岐装置の当該分岐パスの上りパスにおける第 4 の伝送区間と上記第 2 の伝送区間とを合わせた区間もまた、それぞれ、上記分散補償の 1 等化区間とし、

当該第 3 の伝送区間には、上記第 1 の等化手段の分散補償と合わせて 1 等化区間の波長分散を補償する第 3 の等化手段を設け、

当該第 4 の伝送区間には、上記第 2 の等化手段の分散補償と合わせて 1 等化区間の波長分散を補償する第 4 の等化手段を設けた請求項 1 に記載の光伝送システム。

【請求項 5】 上記第 1 の等化手段の補償量と上記第 4 の等化手段の補償量が等しく、且つ、上記第 2 の等化手段の補償量と上記第 3 の等化手段の補償量が等しい請求項 4 に記載の光伝送システム。

【請求項 6】 上記第 1、第 2、第 3 及び第 4 の等化手段の補償量が互いに等しい請求項 4 又は 5 に記載の光伝送システム。

【請求項 7】 上記第 2 の伝送区間が上記第 2 の等化手段のみからなり、且つ、上記第 3 の伝送区間が上記第 3 の等化手段のみからなる請求項 4 乃至 6 の何れか 1 項に記載の光伝送システム。

【請求項 8】 上記第 1 の伝送区間が上記第 1 の等化手段のみからなり、上記第 4 の伝送区間が上記第 4 の等化手段のみからなる請求項 4 乃至 6 の何れか 1 項に記載の光伝送システム。

【請求項 9】 上記第 1 の等化手段が、上記第 1 の伝送区間の波長分散に相当する波長分散を補償し、上記第 2 の等化手段が上記第 2 の伝送区間の波長分散に相当する波長分散を補償し、上記第 3 の等化手段が上記第 3 の伝送区間の波長分散に相当する波長分散を補償し、上記第 4 の等化手段が上記第 4 の伝送区間の波長分散に相当する波長分散を補償する請求項 4 に記載の光伝送システ

ム。

【請求項 10】 入力パスを伝送してきた光信号を光分岐装置により複数の分岐パスに分岐する光伝送システムであって、

当該光分岐装置の、当該入力パスにおける所定の入力伝送区間と合わせて分散補償の 1 等化区間となる分岐伝送区間を各分岐パスに設定し、

当該入力伝送区間に 1 等化区間の波長分散の所定割合を補償する入力パス等化手段を設け、

10 各分岐パスの当該分岐伝送区間のそれぞれに、残りの割合の波長分散を補償する分岐パス等化手段を設けたことをことを特徴とする光伝送システム。

【請求項 11】 上記入力パス等化手段の補償量と上記各分岐パス等化手段の補償量が等しい請求項 10 に記載の光伝送システム。

【請求項 12】 上記入力伝送区間が、上記入力パス等化手段のみからなる請求項 10 又は 11 に記載の光伝送システム。

20 【請求項 13】 上記分岐伝送区間が、上記分岐パス等化手段のみからなる請求項 10 又は 11 に記載の光伝送システム。

【請求項 14】 上記入力パス等化手段が、上記入力伝送区間の波長分散に相当する波長分散を補償し、上記分岐パス等化手段が、それぞれの分岐伝送区間の波長分散に相当する波長分散を補償する請求項 10 に記載の光伝送システム。

【請求項 15】 複数の入力パスを伝送してきた光信号を光合波装置により 1 以上の出力パスに合波する光伝送システムであって、

30 当該光合波装置の、当該 1 以上の出力パスにおける所定距離の出力伝送区間と合わせて、分散補償の 1 等化区間となる入力伝送区間を各入力パスに設定し、

当該出力伝送区間に 1 等化区間の所定割合を補償する出力パス等化手段を設け、

各入力パスの当該入力伝送区間のそれぞれに、残りの割合の波長分散を補償する入力パス等化手段を設けたことをことを特徴とする光伝送システム。

【請求項 16】 上記出力パス等化手段の補償量と上記各入力パス等化手段の補償量が等しい請求項 15 に記載の光伝送システム。

【請求項 17】 上記入力伝送区間が、上記入力パス等化手段のみからなる請求項 15 又は 16 に記載の光伝送システム。

【請求項 18】 上記出力伝送区間が、上記出力パス等化手段のみからなる請求項 15 又は 16 に記載の光伝送システム。

50 【請求項 19】 上記出力パス等化手段が、上記出力伝送区間の波長分散に相当する波長分散を補償し、上記入力パス等化手段が、それぞれの入力伝送区間の波長分散に相当する波長分散を補償する請求項 15 に記載の光伝

送システム。

【請求項20】 光分岐装置の1つ以上の光入出力部に、それぞれ所定量の波長分散を補償する等化手段を接続してあることを特徴とする光伝送システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光伝送システムに関し、より具体的には、光ファイバによる長距離及び／又は広帯域の光伝送システムに関する。

【0002】

【従来の技術】光海底ケーブルなどの長距離光伝送システムでは、一般に、矩形波形の光パルスを伝搬するNRZ (Non-Return Zero) 方式又は孤立光パルスを伝送する光ソリトン伝送方式が用いられる。

【0003】光ソリトン伝送方式は、光ファイバの非線形性と波長分散とをバランスさせることで、極短光パルスをそのパルス波形を一定以下に維持したまま長距離伝送させる方式である。信号波長における波長分散値を有限とした結果、距離に応じて波長分散値が累積する。このままではゴードン・ハウス・ジッタと呼ばれる時間軸上のジッタが無視できなくなり、これが伝送制限要因となると共に、符号誤り率の増大を招く。

【0004】NRZ伝送方式でも、光ファイバの非線形性による伝送特性劣化を避けるため、伝送用光ファイバの波長分散が信号波長 λ_s において有限値になるように設計される。波長分散が非ゼロの有限値であることから、伝送距離に従い波長分散値が累積して徐々に大きくなり、伝送波形が大きく劣化する。

【0005】そこで、従来、波長分散の累積値を一定値以内に制限する手段として、伝送用光ファイバの間に伝送用光ファイバの波長分散の極性とは逆の極性の波長分散特性を具備する分散補償ファイバ（等化ファイバとも呼ばれる。）を挿入し、全体としての波長分散をゼロ又は極く少ない値に制限する構成が提案されている。

【0006】図2は、波長分散補償方式の伝送系の説明図を示す。図2(a)は、波長分散補償方式の伝送系の模式図を示し、同(b)は、伝送距離に対する累積波長分散の変化を示す。信号波長は、1,558nmとしている。

【0007】図2(a)において、光送信端局110と光受信端局112との間で、伝送用光ファイバ(1.5 μ m帯で波長分散がほぼゼロになる光ファイバ(いわゆる分散シフト・ファイバ)が使用される。)114, 114, ...が光増幅中継器116, 116, ...を介して接続され、1等化区間に1つの等化ファイバ118が挿入される。例えば、1本の伝送用光ファイバ114の長さは約40km、1等化区間の距離は、NRZ方式では約500km、光ソリトン伝送方式では200kmである。

【0008】図2(b)は、光ソリトン伝送方式での、

伝送距離に対する累積波長分散値の変化を示し、縦軸は累積波長分散、横軸は伝送距離を示す。通常、光ソリトン伝送方式では、図2(b)に示すように、波長分散がプラス側に累積するように設計される。なお、NRZ方式では、逆に、波長分散がマイナス側に累積するように設計される。図3は、伝送用光ファイバ114と等化ファイバ118の群遅延特性を示す。縦軸は群遅延量、横軸は波長を示す。

【0009】図4は、波長1,500nm帯の光増幅中継器116の概略構成図を示す。エルビウム・ドープ・ファイバ120に、その下流側からWDM(波長分割多重)カプラ122を介してポンプLD(レーザ・ダイオード)モジュール124の出力レーザ光を導き、エルビウム・ドープ・ファイバ120を励起するようになっている。WDMカプラ122の下流側には、反射光を遮断するための光アイソレータ126が配置され、光アイソレータ126の下流側に光フィルタ128が配置される。光フィルタ128は省略されることもある。NRZ方式では、一般には、この光フィルタ128は不要である。光フィルタ128は、信号波長帯域の光信号のみを通過するバンドパス・フィルタであり、例えば、2.1nm幅の二次パタワース型光バンドパス・フィルタである。

【0010】光ソリトン伝送方式では、このような分散補償方式を適用することにより、20Gビット/秒の超高速伝送で、14,000kmの超長距離伝送の成功が報告されている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】このような波長分散補償方式を適用した長距離光伝送システム、例えば、海底光伝送システムでも、途中に1以上の分岐路を設けることがある。例えば、メイン・パスから分岐パスに光信号を分波したり、分岐パスからの光信号をメイン・パスに合波したりする。この合波及び分波のための光分岐装置は、波長分散補償方式を適用した長距離光伝送システムにおいても、分散補償の等化区間を全く考慮せずに設置されている。

【0012】従って、従来では、メイン・パスから分岐パスに分波する光信号、及び分岐パスからメイン・パスに合流する光信号について、分散補償の効果を最大限に発揮させているとはいえない。

【0013】本発明は、分散補償効果を最大限に発揮できるように光分岐装置を配置した光伝送システムを提示することを目的とする。

【0014】本発明はまた、光分岐装置をより自由に配置できる光伝送システムを提示することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明では、第1の等化手段及び第2の等化手段により、メイン・パス上での波長分散を等化でき、光分岐装置をメイン・パス上で等化

区間の中間的な位置に配置できるようになる。これにより、メイン・パス上での光分岐装置の設置位置の自由度が増し、他の光分岐装置又は端局との間の光ケーブル長の設計自由度が増す。

【0016】また、第3及び第4の等化手段により、分岐パス上でも光分岐装置を等化区間の中間に配置できるようになる。これらにより、分岐パスのケーブル長の設計自由度が増す。

【0017】各等化手段の補償量を同じにすることにより、施工時に各等化手段を区別しなくてよくなり、施工と保守などの分散補償の管理が容易になる。

【0018】各等化手段がその上流側又は下流側の所定伝送区間の波長分散を補償するように構成することにより、光ケーブルの変更・追加に柔軟に対応できるようになる。

【0019】第1の伝送区間が第1の等化手段のみからなり、且つ、第3の伝送区間が上記第3の等化手段のみからなるようにすることで、メイン・パスから分岐パスに分かれるパスに関して、光分岐装置を等化区間の区切り近くにも配置できる。また、第2の伝送区間が第2の等化手段のみからなり、第4の伝送区間が第4の等化手段のみからなるようにすることで、分岐パスからメイン・パスに合流するパスに関して、光分岐装置を等化区間の区切り近くにも配置できる。これらもまた、光分岐装置の設置位置の自由度を増し、他の光分岐装置又は端局との間の光ケーブル長の設計自由度を増すことにつながる。

【0020】光分岐装置の入力側と出力側に等化手段を配分することで、上りパスと下りパスの対称性が良くなり、光ケーブルの製造と設置が容易になる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の一実施の形態を詳細に説明する。

【0022】図1は、1, 500nm帯の超長距離海底ケーブル・システムに適用した本発明の一実施例の概略構成図を示す。10はハブ局の光送信端局、12は異なるハブ局の光受信端局、14は光送信端局10から光受信端局12へのメイン・パス上に設けられる光分岐装置、16は、光分岐装置14を介してメイン・パスとの間で光信号を遣り取りする光送受信端局である。光分岐装置14は海底に設置され、光送受信端局16は一般に陸上に設置される。

【0023】本実施例では、光分岐装置14を1等化区間の中間（厳密に中央であることを要しない。）に配置でき、光分岐装置14と送受信端局16との間も、1等化区間の整数倍の距離に限定されない。以下、詳細に説明する。

【0024】送信端局10と光受信端局12との間のメイン・パスは、基本的には、多数の伝送用光ファイバ18（分散シフト・ファイバ）を光増幅中継器20を介し

て直列に接続した構成になっており、各等化区間の波長分散を補償する等化手段として、光分岐装置14を含む1等化区間（A点からB点）を除いた区間では、1等化区間毎に、その終端に1つの等化ファイバ22を挿入し、光分岐装置14を含むメイン・パス上の1等化区間では、光分岐装置14の入力側に、その1等化区間で予定されている累積波長分散の0.5倍を補償する等化ファイバ24を挿入し、光分岐装置14の出力側にも、その1等化区間で予定されている累積波長分散の0.5倍を補償する等化ファイバ26を挿入する。光送信端局10から光受信端局にメイン・パスを伝送する光信号は、光分岐装置14を含む1等化区間では、その1等化区間の累積波長分散を等化ファイバ24, 26により補償されることになる。

【0025】メイン・パス上で、光送信端局10から、光分岐装置14を含む1等化区間の始まり（A点）までの区間は、n等化区間に相当する距離になっている。nは、図5の場合と同様に、0以上の整数である。また、光分岐装置14を含む1等化区間の終わり（B点）から光受信端局12までの間の区間も、m等化区間に相当する距離になっているのが好ましいが、光受信端局12の入力段における累積波長分散が所定の許容値以内であれば、最後の等化ファイバ22は無くてもよい。即ち、mは、図5の場合と同様に、一般的には0以上の整数であるが、必ずしも整数でなくてもよい。

【0026】光受信端局12の入力側には、等化ファイバ22との間に、距離調整用又は接続用として光ファイバ28を接続することもある。光ファイバ28は、伝送用光ファイバ18と同程度の長さ又はこれより短くて同じ光ファイバからなる。光分岐装置14の入力側と等化ファイバ24との間にも、光ファイバ28と同様の距離調整用又は接続用として光ファイバを接続してもよい。光受信端局12の直前のファイバ28及び必要によりファイバ22は、光受信端局12の筐体内に装備されることもある。

【0027】分岐先の光送受信端局16と光分岐装置14との間の分岐パスは、光送受信端局16から光分岐装置14に向かう上りパスと、光分岐装置14から光送受信端局16に向かう下りパスの2つのパスからなり、何れも、基本的には、多数の伝送用光ファイバ30（分散シフト・ファイバ）を光増幅中継器32を介して直列に接続し、1等化区間に1つの等化ファイバ34を挿入した構成になっている。

【0028】但し、分岐パスの下りパスについては、メイン・パスのA点から、分岐パスの下りパスのC点までの間を1等化区間とし、光分岐装置14の出力段にその1等化区間の波長分散の0.5倍を補償する等化ファイバ36を挿入し、分岐パスの上りパスについては、分岐パスの上りパスのD点からメイン・パスのB点までの間を1等化区間とし、光分岐装置14の入力段にその1等

化区間の波長分散の 0.5 倍を補償する等化ファイバ 38 を挿入してある。即ち、A 点から光分岐装置 14 を素通りして B 点に到達するまでの伝送距離（又は累積波長分散）、A 点から光分岐装置 14 で分岐されて C 点に到達するまでの伝送距離（又は累積波長分散）、及び、D 点から光分岐装置 14 でメイン・パスに合流して B 点に到達するまでの伝送距離（又は累積波長分散）が同じになるように、A、B、C 及び D 点を設定する。一般的には、C 点と D 点は、光分岐装置 14 から等しい距離にある。

【0029】下りパスの C 点から送受信端局 16 まで、及び上りパスの送受信端局 16 から D 点までは、基本的には k 等化区間からなる。送受信端局 16 の入力段及び上りパスの D 点では、累積波長分散がほぼゼロにされた状態になっている。k は一般的には、0 以上の整数である。送受信端局 16 の入力段で累積波長分散が制限値以内であれば、必ずしも累積波長分散をゼロ又はほぼゼロにしておかなくてもよく、直前の等化ファイバ 34 を省略できる。ケーブル作成上の都合からは、端局 16 の直前のファイバ 40 及び必要によりファイバ 34 は、端局 16 の筐体内に装備されることもある。

【0030】光送受信端局 16 の入力段で累積波長分散が許容値以内であれば、必ずしも、等化ファイバ 34 により累積波長分散をゼロ又はほぼゼロにしておかなくてもよい。光送受信端局 16 の入力側には、光受信端局 12 の入力側に挿入される光ファイバ 28 と同様に、等化ファイバ 34 との間に光ファイバ 40 を距離調整用又は接続用として接続することもある。

【0031】伝送用ファイバ 18 と同 30 は通常、全く同じ光ファイバからなり、等化ファイバ 22, 24, 26, 34, 36, 38 も、全く同じファイバからなる。但し、補償量の相違により、等化ファイバ 24, 26, 36, 38 は等化ファイバ 22, 34 の半分の長さである。光増幅中継器 20 と同 32 も全く同じ素子からなる。

【0032】3 つの波長 λ_1 , λ_2 , λ_3 の波長分割多重方式で、光送信端局 10 が波長 λ_1 , λ_2 , λ_3 の波長分割多重光信号をメイン・パスに出力し、光送受信端局 16 が波長 λ_3 の光信号を送受信するとする。光分岐装置 14 は、光送信端局 10 からの波長 λ_1 , λ_2 の光信号を素通しして光受信端局 12 に送信すると共に、光送信端局 10 からの波長 λ_3 の光信号を光送受信端局 16 に分岐する。光分岐装置 14 はまた、光送受信端局 16 からの波長 λ_3 の光信号をメイン・パス上に合流して、光受信端局 12 に供給する。

【0033】このような光信号の流れでは、メイン・パスを A 点から B 点に伝送される光信号の、A 点から B 点までの累積波長分散は、中間に位置する等化ファイバ 24, 26 により、B 点でゼロになるように予め補償されることになる。

【0034】また、メイン・パスの A 点から光分岐装置 14 で分岐パスに分岐され、分岐パスの下りパスの C 点に伝送される光信号の、A 点から B 点までの累積波長分散は、中間に位置する等化ファイバ 24, 36 により、C 点でゼロになるように予め補償されることになる。

【0035】分岐パスの上りパスの D 点から光分岐装置 14 によりメイン・パスに合流してメイン・パスの B 点に伝送される光信号の、D 点から B 点までの累積波長分散は、中間に位置する等化ファイバ 38, 26 により、B 点でゼロになるように予め補償されることになる。

【0036】上記実施例のように、分岐パスが上り用と下り用に別々に用意されている場合、等化ファイバ 24 の補償量と等化ファイバ 38 の補償量を一致させ、等化ファイバ 26 の補償量と等化ファイバ 36 の補償量を一致させればよい。その条件下では、A-B 間、A-C 間及び D-B 間の補償量を同じ値にできる。例えば、等化ファイバ 24, 38 の補償率を 0.4、等化ファイバ 26, 36 の補償率を 0.6 としてもよい。

【0037】上記実施例では、メイン・パスの A 点と光分岐装置 14 との間、及び光分岐装置 14 とメイン・パスの B 点との間の両方に、伝送用光ファイバ 18 を配分しているが、例えば、図 5 に示すように、光分岐装置 14 とメイン・パスの B 点と間に等化ファイバ 26 のみを配置するように、メイン・パス上の 1 等化区間を設定してもよい。この場合、メイン・パス上では光分岐装置 14 は等化区間の終端に配置されていることになる。B 点の変更に応じて、分岐パスの下りパスの C 点は、光分岐装置 14 との間に等化ファイバ 36 のみを具備するように設定し、分岐パスの上りパスの D 点については、A 点と光分岐装置 14 との間の累積波長分散と同じ量の波長分散を与える位置に設定すればよい。

【0038】勿論、図 5 とは逆に、光分岐装置 14 を 1 等化区間の始端に配置し、A 点と光分岐装置 14 との間が等化ファイバ 24 のみとなるように、A 点を設定してもよい。

【0039】このように、光分岐装置 14 を 1 等化区間の始端又は終端に配置する場合、メイン・パスだけを見れば、端局 10 と光分岐装置 14 との間の距離、及び光分岐装置 14 と端局 12 との間の距離の自由度は少なくなるが、分岐パスに関する設計自由度は損われない。また、分散補償管理が容易であるという利点は損われない。

【0040】分岐パスとして 1 つの光ファイバ伝送路を双方向で使用する場合には、1 つの等化ファイバが等化ファイバ 36 及び同 38 として機能することになるので、その等化ファイバの補償率及び等化ファイバ 24, 26 の補償率は全て 0.5 でなければならない。また、使用する等化ファイバ 24, 26, 36, 38 が同じ補償率でよければ、設置工事や保守等の分散補償管理が楽になるのは明らかである。

【0041】等化ファイバ24, 26, 36, 38として、ある程度、自由に分散補償量を設定できる場合には、等化ファイバ24の分散補償量を、A点から等化ファイバ24の直前までの累積波長分散を補償する量とし、等化ファイバ26の分散補償量を、等化ファイバ26の直後からB点までの累積波長分散を補償する量とし、等化ファイバ36の分散補償量を、等化ファイバ36の直後からC点までの累積波長分散を補償する量とし、等化ファイバ38の分散補償量を、D点から等化ファイバ38の直前までの累積波長分散を補償する量とすればよい。勿論、光送受信端末16と光分岐装置14との間の分岐パスを、1等化区間の整数個分とする場合には、光分岐装置14とC点及びD点までの伝送区間は不要であり、等化ファイバ36, 38も不要になる。

【0042】メイン・パス上に複数の光分岐装置が設置される場合、それぞれの光分岐装置について光分岐装置14と同様に、等化区間の中間に設置できることはいうまでもない。

【0043】光送信端局10から光受信端局12への1本のメイン・パスに関する分岐を例を説明したが、通常は、互いに逆方向に光信号が伝搬する2本のメイン・パスが用意される。そのような場合、各メイン・パスについて本発明が適用され得ることは明らかである。

【0044】2入力・2出力の光分岐を例に説明したが、本発明は、1入力を複数の出力に分岐する場合、及び、複数の入力を1つに合波する場合にも適用できる。

【0045】波長分割多重方式として、光送受信端局16が送信する光信号の波長を λ_3 とし、光送受信端局16が受信する光信号の波長を、波長 λ_3 以外の波長（例えば、波長 λ_1 , λ_2 ）とした場合でも、本発明を適用

【0046】

【発明の効果】以上の説明から容易に理解できるように、本発明によれば、分散補償効果を確保しつつ、光分岐装置を等化区間内の任意の位置に自在に設置できるようになり、光分岐装置の設置位置の制約が緩和される。また、ケーブル・ネットワーク全体の分散補償管理が用意になる。更には、上りパスと下りパスの対称性が良くなるので、光ケーブルの製造と設置が容易になる。

【0047】即ち、第1の等化手段及び第2の等化手段により、光分岐装置をメイン・パス上で等化区間内で自在に配置でき、これにより、メイン・パス上での光分岐装置の設置位置の自由度が増し、他の光分岐装置又は端

局との間の光ケーブル長の設計自由度が増す。

【0048】第3及び第4の等化手段により、分岐パス上でも光分岐装置を等化区間内で自在に配置できるようになるので、分岐パスのケーブル長についても設計自由度が増す。

【0049】各等化手段の補償率を同じにすることにより、施工時に各等化手段を区別しなくてよくなり、施工と保守などの分散補償管理が容易になる。

【0050】光分岐装置の入力側と出力側に等化手段を配分することで、上りパスと下りパスの対称性が良くなり、光ケーブルの製造と設置が容易になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例の概略構成ブロック図である。

【図2】 波長分散補償方式の伝送系の説明図である。

【図3】 伝送用光ファイバ114と等化ファイバ118の群遅延特性を示す。

【図4】 光増幅中継器116の概略構成図である。

【図5】 本実施例の変更例の概略構成ブロック図である。

【符号の説明】

10：ハブ局の光送信端局

12：異なるハブ局の光受信端局

14：光分岐装置

16：光送受信装置

18：多数の伝送用光ファイバ

20：光増幅中継器

22, 24, 26：等化ファイバ

28：距離調整用又は接続用の光ファイバ

30：伝送用光ファイバ

32：光増幅中継器

34, 36, 38：等化ファイバ

40：距離調整用又は接続用の光ファイバ

110：光送信端局

112：光受信端局

114：伝送用光ファイバ

116：光増幅中継器

118：等化ファイバ

120：エルビウム・ドープ・ファイバ

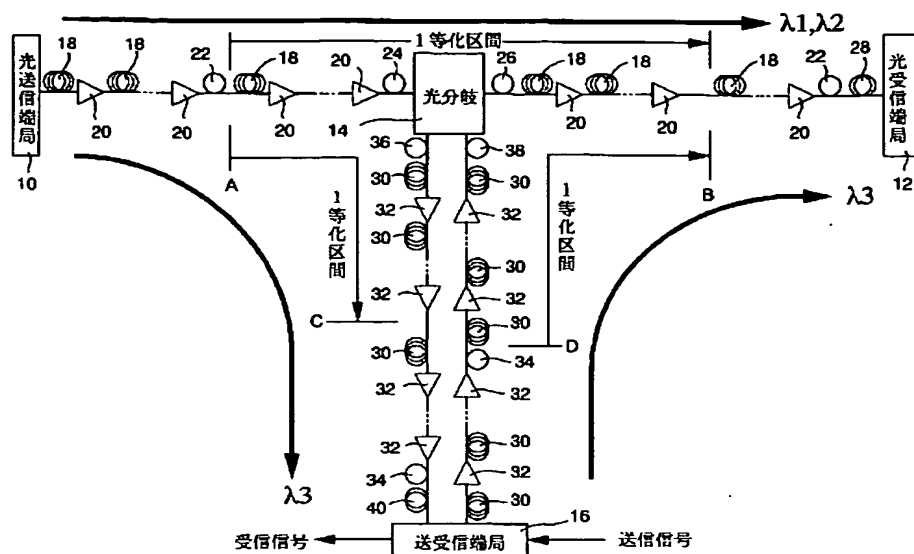
122：WDM（波長分割多重）カプラ

124：ポンプLD（レーザ・ダイオード）モジュール

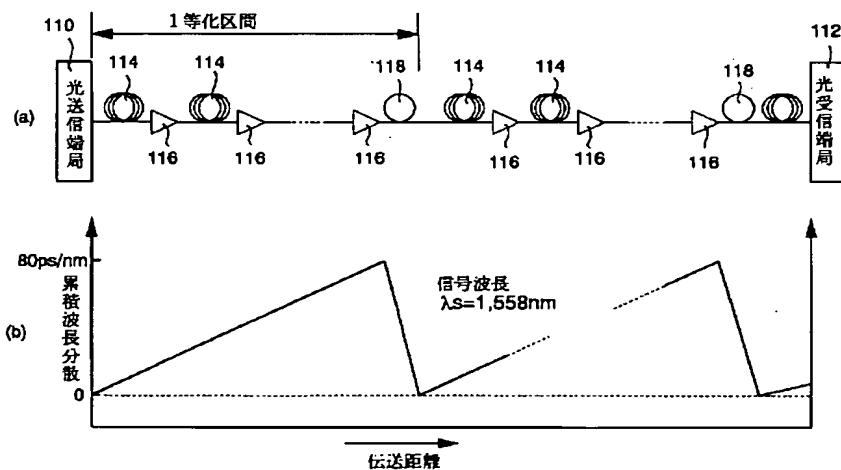
126：光アイソレータ

128：光フィルタ

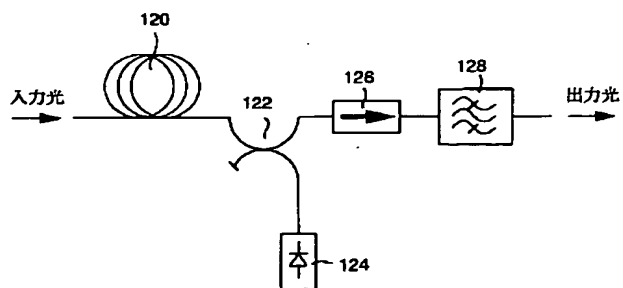
【図1】



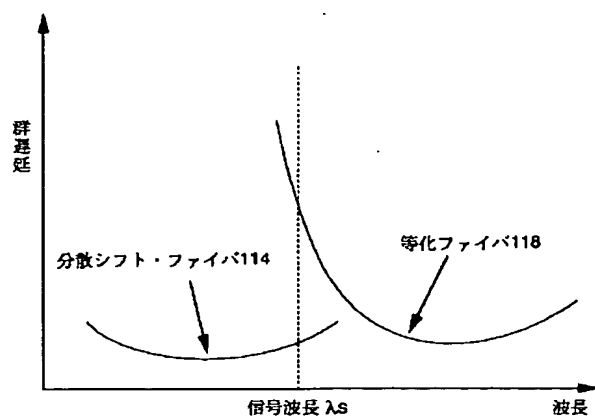
【図2】



【図4】



【図 3】



【図 5】

